



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

②1 Aktenzeichen: 199 24 677.7  
②2 Anmeldetag: 29. 5. 1999  
④3 Offenlegungstag: 10. 8. 2000

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦1 Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Lehmann, Kai, Dipl.-Ing., 14974 Ludwigsfelde, DE;  
Stubbemann, Ulrich, Dr., 10779 Berlin, DE; Platzer,  
Arne, Dipl.-Ing., 14165 Berlin, DE

⑤5 Entgegenhaltungen:

DE 42 22 086 A1  
DE 40 33 796 A1  
DE 32 26 883 A1  
DE 30 47 672 A1  
JP 61-65 016 A

BRUCKER, E., WOLTERS, G.-M.: Baureihe 595- Die  
neue MTU-Dieselmotoren Generation, In:  
MTU-FOCUS,  
1991, H.2, S. 5-12;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Ansaugsystem für eine Brennkraftmaschine

⑤7 Ansaugsystem für eine aufgeladene Brennkraftmaschine, mit wenigstens einem Lader, mit wenigstens einem flüssigkeitsdurchflossenen Ladeluftwärmetauscher und einem flüssigkeitsdurchflossenen Hochtemperaturwärmetauscher, der im Kühlflüssigkeitskreislauf der Brennkraftmaschine angeordnet ist. Der Ladeluftwärmetauscher ist über Verstelleinrichtungen und Rohrleitungen mit einem internen Kühlflüssigkeitskreislauf der Brennkraftmaschine und mit dem Hochtemperaturwärmetauscher und/oder wenigstens einem flüssigkeitsdurchflossenen Niedertemperaturwärmetauscher verbindbar.

Die Erfindung betrifft ein Ansaugsystem für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung mit wenigstens einem Lader nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Allgemein bekannt sind auch Ansaugsysteme, an welchen Zuheizvorrichtungen angebracht sind, um über das Verbrennen von Kraftstoff oder der Beheizung eines elektrischen Glühdrahtes die Temperatur der Ansaugluft vor dem Eintritt in den Brennraum, insbesondere bei Teillastbetrieb und im Anfahrzustand der Brennkraftmaschine anzuheben.

Diese Zuheizeinrichtungen haben den Nachteil, daß sie zusätzlich an dem Ansaugsystem angebracht werden müssen, was eine Erhöhung der Kosten durch die Verwendung von Zusatzbauteilen bedeutet. Des weiteren müssen die Zuheizeinrichtungen entweder mit elektrischem Strom oder mit Brennstoff versorgt werden. Die Versorgung von elektrischen Zuheizeinrichtungen wird über den Generator oder die Batterie realisiert, was eine verminderte nutzbare Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine zur Folge hat. Zuheizeinrichtungen, die mit Kraftstoff betrieben werden, haben außer dem Nachteil der zusätzlich erforderlichen Bauteile noch den weiteren Nachteil, daß der Kraftstoff praktisch nutzlos verbrannt und nicht zur Umsetzung in mechanische Energie innerhalb der Brennkraftmaschine genutzt werden kann.

Bei Brennkraftmaschinen mit Aufladung ist auch bekannt, daß im Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine zur Kühlung, der durch einen Lader verdichteten und dadurch erhitzten Ansaugluft, Ladeluftkühler verwendet werden um den Ladedruck bei gleichbleibender thermischer Belastung der Bauteile der Brennkraftmaschine zu steigern.

In der DE 40 17 823 A1 ist ganz allgemein eine Ansauganlage für eine Brennkraftmaschine beschrieben, bei der mit möglichst wenigen Änderungen sowohl eine einstufige als auch eine zweistufige Aufladung der Brennkraftmaschine vorgenommen wird.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Ansaugsystem für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, mit welcher unter Beibehaltung eines einfachen Aufbaus und mit bereits vorhandenen Bauteilen die Temperatur der Ansaugluft optimal an den Lastzustand der Brennkraftmaschine und an äußere Randbedingungen angepaßt werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch das erfindungsgemäße Ansaugsystem wird die Temperatur, der in die Brennkraftmaschine eintretenden Ansaugluft, optimal an den Lastzustand der Brennkraftmaschine und an äußere Randbedingungen angepaßt, was zu einer Verbesserung der Gemischbildung, insbesondere bei Teillastbetrieb, einer Verminderung der Drosselverluste und damit zu einer erheblichen Kraftstoffersparnis und Umweltentlastung führt.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Ansaugsystems ist, daß keine zusätzlichen Zuheizeinrichtungen erforderlich sind, und daher ein relativ einfacher Aufbau gewährleistet ist.

Mit dem erfindungsgemäßen Ansaugsystem ist es möglich, die Ansaugluft im Teillastbetrieb zu erwärmen, was zu einer Dichtereduzierung und damit zu einer Verringerung der Strömungsverluste im Bereich der Drosselklappe, den sogenannten Drosselverlusten, führt.

Des weiteren wird die von Brennkraftmaschine erzeugte Abwärme nicht nutzlos an die Umgebung abgegeben, sondern sie wird durch das erfindungsgemäße Ansaugsystem genutzt, was wiederum zu thermodynamischen Bedingun-

gen führt, welche einen positiven Einfluß auf den Wirkungsgrad und somit auf den Kraftstoffverbrauch haben.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Ansaugsystems ist weiter, daß der Ladeluftwärmetauscher praktisch eine Doppelfunktion übernimmt, da dieser bei Vollast die Ansaugluft kühlt und bei Teillast die Ansaugluft erwärmt, so daß eine optimale Anpassung der Temperatur der Ansaugluft für den jeweiligen Lastzustand möglich ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und an dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell dargestellten Ausführungsbeispiel.

Es zeigt:

Fig. 1 ein Ansaugsystem einer Brennkraftmaschine im Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine, und

Fig. 2 ein Ansaugsystem einer Brennkraftmaschine im Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine.

In Fig. 1 ist der prinzipielle Aufbau eines Ansaugsystems 1 einer Brennkraftmaschine 2 mit einem mechanischen Lader 3 und weiteren Peripheriekomponenten im Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine 2 dargestellt. Der mechanische Lader 3 ist über ein Getriebe 4 (mit gestrichelten Linien dargestellt), welches mit einer Kurbelwelle 5 der Brennkraftmaschine 2 in mechanischer Verbindung steht, antreibbar. Des weiteren sind in Fig. 1 die vier einzelnen Zylinder 6 der Brennkraftmaschine 2 dargestellt.

Durch den mechanischen Lader 3 wird die über eine Eintrittsöffnung 7 aus der Umgebung angesaugte Luft verdichtet und über eine Rohrleitung 8 zu einem in Strömungsrichtung (durch Pfeil 9 angedeutet) der Luft hinter dem mechanischen Lader 3 angeordneten Ladeluftwärmetauscher 10 geführt. Die Ansaugluft strömt durch den Ladeluftwärmetauscher 10 hindurch und wird an einer in einem Rohr 11 angeordneten Drosselklappe 12 vorbei in die einzelnen Zylinder 6 der Brennkraftmaschine 2 geleitet.

An dem Ladeluftwärmetauscher 10 sind über eine Eintrittsöffnung 13 und eine Austrittsöffnung 14 flüssigkeitsführende Rohrleitungen 15, 16 angeschlossen, welche über Verstelleinrichtungen 17, 18 und weitere Rohrleitungen 19, 20, 21, 22, 23, 24 mit einem internen Kühlkreislauf 25 (durch gestrichelte Linien angedeutet) der Brennkraftmaschine 2, einem Hochtemperaturwärmetauscher 26 und einem Niedertemperaturwärmetauscher 27 verbindbar sind.

An den Verstelleinrichtungen 17, 18 angebrachte elektrische Ansteuereinrichtungen 28, 29 stehen mit einer, bei Brennkraftmaschinen neuerer Bauart, stets vorhandenen Motorelektronikeinheit 30 über Steuerleitungen 31 in elektrischer Verbindung und werden von derselben angesteuert bzw. geregelt. Die Regelung bzw. die Steuerung der Verstelleinrichtungen 17, 18 im speziellen, welche vorzugsweise als stufenlos verstellbare Mischventile ausgeführt sind, erfolgt über mit den Ansteuereinrichtungen 28, 29 verbundenen Schiebern 32, 33 welche im Innern der Verstelleinrichtungen 17, 18 gleitend gelagert sind.

Die Motorelektronikeinheit 30 steht des weiteren mit einer im Bereich der Drosselklappe 12 angeordneten Sensoreinheit 34 über eine Sensorleitung 34a in elektrischer Verbindung. Über die Sensoreinheit 34 ist die Stellung der Drosselklappe 12 und damit der Lastzustand der Brennkraftmaschine 2 erfaßbar.

Nachfolgend ist der Zustand und die Funktion des Ansaugsystems im Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine 2 erläutert.

Im Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine 2 wird die Ansaugluft in dem mechanischen Lader 3 derart verdichtet, daß die aus dem Lader 3 austretende Ansaugluft in dem Ladeluftwärmetauscher 10 die entstandene Verdichtungsenergie an eine durch den Ladeluftwärmetauscher 10 strömende

Flüssigkeit in bekannter Art und Weise abgibt. Durch diese Abkühlung der Ansaugluft wird der Grad der Zylinderfüllung verbessert und somit die durch die Ladeluftkühlung angestrebte Leistungserhöhung bzw. Wirkungsgradverbesserung erreicht.

Die Drosselklappe 12 steht in diesem Zustand, d. h. im Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine 2, praktisch fast parallel zu der Strömungsrichtung der an der Drosselklappe 12 vorbeiströmenden Ansaugluft.

Die in diesem Betriebszustand der Brennkraftmaschine 2 von der Ansaugluft an die durch den Ladeluftwärmetauscher 10 strömende Flüssigkeit abgegebene Wärme wird über die Rohrleitung 16 zu der Verstellereinrichtung 18 geführt, welche in diesem Betriebszustand eine durch die Motorelektronikeinheit 30 gesteuerte bzw. geregelte Stellung hat, bei welcher die Flüssigkeit über eine Pumpe 35 und die Rohrleitung 20 und 21 dem internen Kühlkreislauf 25 der Brennkraftmaschine 2 zuführbar ist. Die aus dem internen Kühlkreislauf 25 der Brennkraftmaschine 2 über eine Austrittsöffnung 36 und die Rohrleitung 19 austretende, durch die Abwärme der Brennkraftmaschine 2 noch weiter erhaltene Flüssigkeit, wird über die Rohrleitung 23 dem Hochtemperaturwärmetauscher 26, welcher dem normalen, sonst üblichen Kühler einer Brennkraftmaschine entspricht, zugeführt. In dem Hochtemperaturwärmetauscher 26 wird die Temperatur der Flüssigkeit in bekannter Art und Weise an die Umgebungsluft abgegeben. An einem Austrittsanschluß 37 des Hochtemperaturwärmetauschers 26 wird der austretende Flüssigkeitsstrom durch ein T-förmiges Rohrabzweigelement 38 in zwei Massenströme geteilt, wobei ein Massenstrom über eine Rohrleitung 39 dem Niedertemperaturwärmetauscher 27 und der andere Massenstrom über eine Rohrleitung 40 einer Eintrittsöffnung 41 der Verstellereinrichtung 18 zugeführt wird. Der Schieber 33 der Verstellereinrichtung 18 nimmt bei diesem Lastzustand eine Stellung ein, bei welcher ein Überströmen der Flüssigkeit von der Eintrittsöffnung 41 und einer weiteren, mit der Rohrleitung 16 verbundenen Eintrittsöffnung 42 zu einer Austrittsöffnung 43 möglich ist, so daß die Flüssigkeit über die Rohrleitung 20 und 21 und die Pumpe 35 wieder dem internen Kühlkreislauf 25 der Brennkraftmaschine 2 zuführbar ist. Die aus dem Hochtemperaturwärmetauscher 26 austretende und in den Niedertemperaturwärmetauscher 27, über einen Eintrittsanschluß 44 einströmende Flüssigkeit wird in demselben nochmals auf ein niedrigeres Resttemperaturniveau heruntergekühlt und von einem Austrittsanschluß 45 über die Rohrleitung 22 einer Eintrittsöffnung 46 der Verstellereinrichtung 17 zugeführt. Der Schieber 32 der Verstellereinrichtung 17 nimmt in diesem Lastzustand der Brennkraftmaschine 2 eine Stellung ein, bei welcher ein Überströmen der Flüssigkeit von der Eintrittsöffnung 46 zu einer Austrittsöffnung 47 möglich ist und gleichzeitig eine Eintrittsöffnung 48 der Verstellereinrichtung 17 abgesperrt ist. Damit strömt der gesamte Flüssigkeitsstrom, der aus dem Niedertemperaturwärmetauscher 27 kommt, in den Ladeluftwärmetauscher 10 und kühlt dadurch die durch die Verdichtung stark erhaltene, aus dem mechanischen Lader kommende Ansaugluft ab. Die aus dem Ladeluftkühler 10 austretende Flüssigkeit wird dann wiederum über die Rohrleitung 16 der Eintrittsöffnung 42 der Verstellereinrichtung 18 zugeführt.

In Fig. 2 ist der Zustand der einzelnen Komponenten und Bauteile im niedrigst denkbaren Teillastzustand der Brennkraftmaschine 2 zu sehen. Im Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine 2 wird die aus dem internen Kühlkreislauf 25 der Brennkraftmaschine 2 austretende Flüssigkeit über die Rohrleitung 24 der Eintrittsöffnung 48 der Verstellereinrichtung 17 zugeführt. Der Schieber 32 der Verstellereinrichtung 17 nimmt dabei eine Stellung ein, bei welcher die Eintritts-

öffnung 48 der Verstellereinrichtung 17 freigegeben und gleichzeitig die Eintrittsöffnung 46 gesperrt ist, so daß ein Überströmen der Flüssigkeit von der Rohrleitung 24 in den Ladeluftwärmetauscher 10 möglich ist und der aus dem internen Kühlkreislauf 25 der Brennkraftmaschine 2 austretende, Flüssigkeitsstrom über den Ladeluftwärmetauscher 10 geführt wird. Ein Überströmen der aus dem Austrittsanschluß 45 des Niedertemperaturwärmetauschers 27 austretenden Kühlflüssigkeit zur Eintrittsöffnung 13 des Ladeluftwärmetauschers 10 ist in diesem Zustand nicht möglich, da der Schieber 32 der Verstellereinrichtung eine Stellung einnimmt, bei welcher die Eintrittsöffnung 48 und von der Austrittsöffnung 47 der Verstellereinrichtung 17 und somit auch die Verbindung zwischen dem Niedertemperaturwärmetauscher 27 und dem Ladeluftwärmetauscher 10 gesperrt ist.

Die durch den Ladeluftwärmetauscher 10 fließende Flüssigkeit hat in diesem Zustand ein höheres Temperaturniveau als die, durch den Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine 2 durch den Lader 3 nur sehr gering verdichtete und damit nur leicht erwärmte Ansaugluft, so daß sich diese derart erwärmt, daß sich daraus eine Dichterduzierung der Ansaugluft ergibt und dadurch wiederum eine Reduzierung der Strömungsverluste im Bereich der Drosselklappe 12, der sogenannten Drosselverluste erreicht wird. Weiter wird durch die Erwärmung der Ansaugluft die Gemischbildung derart verbessert, daß der zugeführte Kraftstoff optimal nutzbar und an den Lastzustand der Brennkraftmaschine 2 anpaßbar ist. Die durch den Ladeluftwärmetauscher 10 geführte Flüssigkeit gibt die von ihr transportierte Wärmeenergie an die Ladeluft ab, so daß am Austritt 14 des Ladeluftwärmetauschers 10 ein Temperaturniveau vorliegt, mit welchem die Flüssigkeit direkt über die Rohrleitung 16 und die Verstellereinrichtung 18 wieder dem internen Kühlkreislauf 25 der Brennkraftmaschine 2 zugeführt werden kann. Ein Überströmen der Flüssigkeit vor der Eintrittsöffnung 41 zur Austrittsöffnung 43 der Verstellereinrichtung 18 ist bei diesem Lastzustand nicht möglich, da die Verbindung durch den Schieber 33 der Verstellereinrichtung 18 gesperrt ist und damit eine Stellung einnimmt, welche den Rücklauf aus dem Hochtemperaturwärmetauscher 26 sperrt, d. h. der Hochtemperaturwärmetauscher 26 und der Niedertemperaturwärmetauscher 27 sind praktisch nicht mehr an der Kühlung der Brennkraftmaschine 2 bzw. an der Kühlung/Erhitzung der Ladeluft beteiligt, da auch die zweite Verstellereinrichtung 17 so geschaltet ist, daß ein Rücklauf aus dem Niedertemperaturkühler 27 in den Ladeluftwärmetauscher 10 nicht mehr möglich ist.

Es ist somit möglich die Temperatur der Ansaugluft durch die Steuerung bzw. Regelung der einzelnen Verstellereinrichtungen 17, 18 die über die Motorelektronikeinheit 30 erfolgt, ideal an den Lastzustand und an weitere äußere Randbedingungen anzupassen, dadurch wird eine erhebliche Kraftstoffeinsparung und somit wiederum eine Umweltentlastung gewährleistet.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellten Zustände stellen Extremzustände dar, d. h. zum einen den Vollastbetrieb und zum anderen den niedrigst denkbaren Teillastbetrieb. Es sind jedoch selbstverständlich über den kompletten Lastbereich der Brennkraftmaschine auch Mischstellungen der einzelnen Verstellereinrichtungen möglich, d. h. durch die Regelung der Verstellereinrichtungen 17, 18 werden die Flüssigkeitsströme so durch die einzelnen Wärmetauscher bzw. Kühler geleitet, daß am Ladeluftwärmetauscher 10 eine solche Temperatur anliegt, welche optimal auf die durch den Ladeluftwärmetauscher 10 strömende Ansaugluft abgestimmt und somit ideal an den Lastzustand der Brennkraftmaschine 2 anpaßbar ist.

1. Ansaugsystem für eine aufgeladene Brennkraftmaschine, mit wenigstens einem Lader, mit wenigstens einem flüssigkeitsdurchflossenen Ladeluftwärmetauscher, und mit einem flüssigkeitsdurchflossenen Hochtemperaturwärmetauscher, der im Kühlflüssigkeitskreislauf der Brennkraftmaschine angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ladeluftwärmetauscher (10) über Verstelleinrichtungen (17, 18) und Rohrleitungen (15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24) mit dem Kühlflüssigkeitskreislauf (25) der Brennkraftmaschine (2) und mit dem Hochtemperaturwärmetauscher (26) und/oder einem flüssigkeitsdurchflossenen Niedertemperaturwärmetauscher (27) verbindbar ist. 5 10 15
2. Ansaugsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine (2) der Ladeluftwärmetauscher (10) zur Kühlung der Ansaugluft der Ladeluftwärmetauscher (10) über die Verstelleinrichtungen (17, 18) und die Rohrleitungen (15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24) mit dem Kühlflüssigkeitskreislauf (25) der Brennkraftmaschine (2) und mit dem Hochdrucktemperaturwärmetauscher (26) und dem Niederdrucktemperaturwärmetauscher (27) verbunden ist, und daß im Teillastbetrieb der Ladeluftwärmetauscher (10) über die Verstelleinrichtungen (17, 18) und die Rohrleitungen (15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24) zur Erwärmung der Ansaugluft über die Rohrleitungen (19, 24) direkt mit dem Kühlflüssigkeitskreislauf (25) der Brennkraftmaschine (2) verbunden ist. 20 25 30
3. Ansaugsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Mischstellungen der Verstelleinrichtungen (17, 18) einen Mischbetrieb zur Anpassung an unterschiedliche Lastzustände vorgesehen sind.
4. Ansaugsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lader (3) als mechanischer, von der Brennkraftmaschine (2) über ein Getriebe (4) angetriebener Lader ausgebildet ist. 35
5. Ansaugsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstelleinrichtungen (17, 18) als Mischventile ausgeführt sind. 40
6. Ansaugsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischventile (17, 18) mit elektrischen Ansteuereinrichtungen (28, 29) versehen sind, die an, eine Motorelektronikeinheit angeschlossen sind. 45
7. Ansaugsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellung einer Drosselklappe (12), die zur Frischluftzufuhr zu den Zylindern (6) der Brennkraftmaschine (2) vorgesehen ist, über eine mit einer Motorelektronikeinheit (30) über eine Sensorleitung (34a) in elektrischer Verbindung stehende Sensoreinheit (34) erfaßbar ist. 50

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

55

60

65



